

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-205362

(43) 公開日 平成7年(1995)8月8日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 3 2 B 9/00	A	8413-4F		
B 2 3 B 27/14	A			
B 3 2 B 15/04	Z			
18/00	B	9268-4F		
C 2 3 C 14/06	A	9271-4K		

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全9頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-5132

(22) 出願日 平成6年(1994)1月21日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 橋本 泰久

伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 山縣 一夫

伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 小林 暁徳

伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人 弁理士 鎌田 文二 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐摩耗性に優れた表面被覆部材

(57) 【要約】

【目的】 母材表面にPVD法で母材の特性を維持しながら形成でき、しかも、耐摩耗性だけでなく靱性も兼ね備えている硬質被膜を持ち、切削工具などとして使用するのに好適な表面被覆部材を提供する。

【構成】 母材表面に設ける硬質被膜を、IVa、Va、VIA族金属元素およびAl、Siから選んだ2種以上の元素の窒化物、酸化物、炭化物、炭窒化物或いはホウ化物を0.4nm~50nmの周期で組成を図4のように連続的に変化させて全体の膜厚が0.5~10μmとなるように組合わせた構造の膜となした。この被膜は大きな歪を有しており、優れた耐摩耗性及び靱性を示す。

連続的に組成の変化するTiN←→AlN膜

TiN

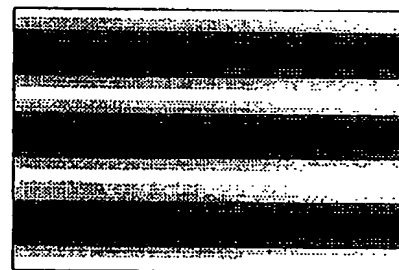
AlN

TiN

AlN

TiN

AlN



1 周期

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 IVa、Va、VIa族金属元素およびAl、Siから選んだ2種以上の元素の窒化物、酸化物、炭化物、炭窒化物或いはホウ化物を0.4nm～50nmの周期で組成を連続的に変化させて全体の膜厚が0.5～10μmとなるように組合わせた硬質被膜を母材表面に持つことを特徴とする耐摩耗性に優れた表面被覆部材。

【請求項2】 WC基超硬合金、サーメット又はセラミックスから成る母材の表面に請求項1記載の硬質被膜を設けてある切削工具又は耐摩工具。

【請求項3】 前記母材と硬質被膜との界面にIV族金属元素の窒化物、炭化物、炭窒化物、酸化物の少なくとも1種から成る中間層を配してある請求項2記載の切削工具又は耐摩工具。

【請求項4】 前記中間層がTiの窒化物、炭化物、炭窒化物、又はそれ等の積層物である請求項3記載の切削工具又は耐摩工具。

【請求項5】 前記硬質被膜の表面に、Tiの窒化物、炭化物、炭窒化物、もしくはそれ等の積層物から成る表層膜を配した請求項2、3又は4記載の切削工具又は耐摩工具。

【請求項6】 前記硬質被膜として、50nm以下の周期でTiとAlの濃度が連続的に変化する窒化物被膜を有している請求項2記載の切削工具又は耐摩工具。

【請求項7】 前記母材と硬質被膜との界面にTiの窒化物からなる中間層を有している請求項6記載の切削工具又は耐摩工具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、WC基超硬合金、サーメット、セラミックス等を母材とし、その母材の表面に硬質物質を特殊な層構成にして被覆することにより、母材の耐欠損性を維持しながら耐摩耗性を向上させた表面被覆部材に関する。なお、この部材の代表的な用途としては切削工具や耐摩工具が挙げられる。

## 【0002】

【従来の技術】切削工具、耐摩工具の耐摩耗性を向上させるため、これ等の工具の母材表面にPVD法やCVD法によりTi、Hf、Zrの炭化物、窒化物、炭窒化物やAlの酸化物から成る単層又は複層の被覆膜を設けることは既に一般化している。この硬質被膜をもつ表面被覆部材の中でも特に、硬質被膜をPVD法で形成するのは、母材強度の劣化なしに耐摩耗性を向上できるという特長があり、ドリル、エンドミル、フライス切削用スローアウェイチップなど強度の要求される切削用途に適応されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】Alの酸化物被膜は、耐摩耗性に関して非常に好ましいものであるが、PVD

法ではこのAlの酸化物を安定して被覆するのが難しく、母材強度の面からPVD法を用いる部材についてはこのAlの酸化被膜は実用化に至っていない。

【0004】現在実用化されているものは、Ti、Hf、Zr等の窒化物の被膜である。ところが、この種の被膜は、特に、高速切削用途での耐摩耗性が不足し、早期に寿命に至っている。

【0005】そこで、本発明は、PVD法での形成が可能であり、しかも従来のPVD法による被膜に比べて格段に優れている被膜をもった表面被覆部材を提供しようとするものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明においては、母材表面に設ける硬質被膜を、IVa、Va、VIa族金属元素およびAl、Siから選んだ2種以上の元素の窒化物、酸化物、炭化物、炭窒化物或いはホウ化物を0.4nm～50nmの周期で組成を連続的に変化させて全体の膜厚が0.5～10μmとなるように組合わせた構造の膜としたのである。

【0007】この表面被覆部材を切削工具や耐摩工具として利用する場合の母材材料は、WC基超硬合金、サーメット、セラミックスなどが適している。

【0008】また、切削用途、耐摩用途では特に、母材と硬質被膜との界面及び／若しくは硬質被膜の表面にIV族金属元素の窒化物、炭化物、炭窒化物、酸化物の少なくとも1種から成る中間層や表層膜を配することも有効なことである。この中間層や表層膜は、Tiの窒化物、炭化物、炭窒化物、又はそれ等の積層物が特に好ましい。

【0009】以下、本発明の構成について更に詳細に述べる。

【0010】IVa、Va、VIa族金属元素およびAl、Siの中から選ばれた2種類以上の金属からなる合金の窒化物、酸化物、炭化物、炭窒化物及びホウ化物の被膜を形成した表面被覆硬質部材は、優れた切削工具、耐摩工具となり得ることがこれまでに良く知られているが、発明者らはこれらの膜について、形成された膜の微視的な構造とその特徴を研究していくうちに以下のような重大な知見を得るに至った。

【0011】その知見とは、上記合金の窒化物、炭化物、炭窒化物及びホウ化物のうち2種以上の化合物の均一な混合物で硬質膜を構成したり（図2）化合物の多層の薄膜として硬質膜を形成する（図3）のではなく、1種の純粋な化合物の層から別の純粋な化合物の層との間で例えばTiとAlが徐々に置換されて連続的に組成が変化する構造（図4）をもった硬質膜を形成すると、この膜が優れた耐摩耗性および靱性を示すというものである。これは、層と層の間で組成が連続的に、かつ急激に変わるため、大きな歪が蓄積されるためであると考えられる。

【0012】ここで注意すべきことは膜厚50nm以下の2種類の薄膜を積層させていくにあたり積層周期(2種の薄膜1層ずつの和、図4においては、たとえばAlNから始まってTiNに変わり再びAlNに戻るまでの範囲を云う)が100nm以上あるとその間に多数の転位が導入されてしまうために歪が緩和されてしまい、硬質膜としての優れた性質を失う。図4における濃淡はAl又はTiの濃度分布を示すもので、TiN層にはAlが、AlN層にはTiが各中心部に向かって相互に変化する状態を示すものである。

【0013】また、層と層の間隔を0.2nm未満にすることは製造技術上困難である。

【0014】なお、積層周期内での組成傾斜については積層周期全域にわたって組成を傾斜させることも可能であるし、積層周期の一部にわたって実施することも可能である。傾斜させる組成に関しても2種の材料の濃度を自由に設定することができる。例えばTiN→TiAlN→TiNというようにTiNとTi50%、Al50%の窒化物の間で傾斜させてもよい。さらにくわえてこの多層膜を形成する際、硬質被膜と母材の界面、または、硬質被膜の最表面にIV族金属元素の窒化物、炭窒化物、炭化物、酸化物を形成しておく、さらに良好な耐摩耗性を得ることができるという知見を得た。

【0015】なお、本発明を切削工具や耐摩工具に応用する際の母材は、勿論高速度鋼等であってもよい。

【0016】

【実施例】以下に、本発明の表面被覆部材の具体例とその製造方法について説明する。

【0017】基板母材として、JIS規格P30の超硬合金と、サーメットと、セラミックスを用意した。母材の形状はJIS・SNG432の切削チップである。この切削チップを、公知の真空アーク蒸着法によりターゲットとしてTiとAl、ZrとHf、およびTiとHfの3種の組合せを用いて被覆を行なった。

【0018】図1に示すように、蒸着装置1内の一方にTiターゲット2を設置し、その向い側にAlターゲット3を設置し、その中央でターンテーブル4上の切削チップTAが一分間に50回転するように調節した後、炉内をArガス $1 \times 10^{-2}$  Torrの真空度に保ち、切削チップに-2000Vの電圧をかけて洗浄を行い、さら

に、500℃まで加熱した後、Arを排気してN<sub>2</sub>ガスを300CC/minの割合で導入した。ここで真空アーク放電によりTiターゲット、Alターゲットを蒸発、イオン化させることにより、切削チップがTiとAlの混合蒸気の中を通過することになる。このとき、被覆対象の切削チップを回転させることで表面にAlNからAlの濃度が下がり、逆にTiの濃度が増してTiAlN、そしてTiNへ、更にTiNからTiの濃度が下がり、Alの濃度が増して再びAlNへと連続的に組成の変化する組成変化の繰り返し層を持った膜を形成することができた。全体の層厚は被覆時間によって制御した。

【0019】以上の方法にて表1に示される層構成の硬質被膜層を形成することにより、本発明の表面被覆切削チップを製造した(実施例I)。同様にターゲットとしてZrとHf、反応ガスとしてCH<sub>4</sub>を使用し、連続的に組成が変化してZrCとHfCになる膜を形成した(実施例II)。また、ターゲットとしてTiとHf、反応ガスとしてCH<sub>4</sub>を用い連続的に組成が変化してTiCとHfCになる膜を形成した(実施例III)。

【0020】さらに、比較のため、同じ切削チップを同じ装置にて表面にTiおよびAlの窒化物、炭化物、炭窒化物のうちの1種類の単層、もしくは2種類以上の複層を形成した表面被覆切削チップA~Cをそれぞれ製造し、通常良く用いられているCVD法にてコーティングした表面被覆切削チップD、Eも用意した。また、Fとして、通常良く知られている合金の蒸発源を使用して作製したTiAlN膜被覆の切削チップを用意した。また、Gとして組成が連続的に変わるのではなく、図3のように2種類の層が断続的に入れ変わるTiNとAlNの積層膜を形成した表面被覆切削チップを用意した。また、ZrHfCおよびTiHfCについても同様な層構成をもつ表面被覆切削チップを用意した。これらをまとめて表1、表2、表3、表4に示す。

【0021】次に、これらの試作表面被覆切削チップについて、連続切削試験、および断続切削試験を表5に示した条件にて行ない、切れ刃の逃げ面摩耗量を測定した。その結果を表1~表4に併せて示す。

【0022】

【表1】

種 別	コーティング方式	硬 質 被 膜 層						連続切削	断続切削	
		第一層(中間層)		第二層		第三層(表層膜)		逃げ面 摩耗幅 (nm)	逃げ面 摩耗幅 (nm)	
		組成	層厚	組成	層厚	組成	層厚			
本発明 表面被覆 チップ 母材 超硬合金	1	PVD	TiN $\leftrightarrow$ AlNを0.4nm 周期で変化させた構造				3.5	0.132	0.133	
	2	PVD	TiN $\leftrightarrow$ AlNを4nm 周期で変化させた構造				4.0	0.123	0.120	
	3	PVD	TiN $\leftrightarrow$ AlNを50nm 周期で変化させた構造				3.5	0.140	0.142	
	4	PVD	TiN $\leftrightarrow$ AlNを100nm 周期で変化させた構造				3.8	0.189	0.198	
	5	PVD	TiCN $\leftrightarrow$ AlNを4nm 周期で変化させた構造				4.0	0.124	0.114	
	6	PVD	TiC $\leftrightarrow$ AlNを4nm 周期で変化させた構造				4.0	0.118	0.112	
	7	PVD	TiN	1	4nm 周期 の TiN $\leftrightarrow$ AlN の勾配膜	3	—	0.093	0.100	
	8	PVD	—	—	4nm 周期 の TiN $\leftrightarrow$ AlN の勾配膜	3	TiN	1	0.094	0.105
	9	PVD	TiN	1	4nm 周期 の TiN $\leftrightarrow$ AlN の勾配膜	3	TiN	1	0.087	0.088
	10	PVD	TiN $\leftrightarrow$ AlNを4nm 周期で変化させた構造				4.2	0.134	0.128	
	11	PVD	TiN / TiN $\leftrightarrow$ AlN / AlN $\leftrightarrow$ TiN / TiN の構造の膜				4.0	0.123	0.120	
従来 表面被覆 チップ 母材 超硬合金	A	PVD	TiN	1	TiCN	2	TiN	1	0.290	0.199
	B	PVD	TiN	1	TiCN	1	TiC	2	0.189	0.165
	C	PVD	—	—	—	—	TiN	4	0.392	0.220
	D	CVD	—	—	TiC	3	TiN	2	剥離	欠損
	E	CVD	TiN	2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	TiN	0.5	剥離	欠損
	F	PVD	蒸発源としてTiAl合金を使用して作った TiAlN				3.5	0.132	0.121	
	G	PVD	TiNとAlNを4nm周期で積層して 作ったTiN/AlN多層膜				3.5	0.121	0.138	

【0023】

【表2】

## TiAlN (実施例 I)

種 別		コーティング方式	硬 質 被 膜 層						連続切削	断続切削
			第一層(中間層)		第二層		第三層(表層膜)		逃げ面 摩耗幅 (nm)	逃げ面 摩耗幅 (nm)
			組成	層厚	組成	層厚	組成	層厚		
本発明 表面被覆 チップ 母材 超硬合金	1	PVD	TiN $\leftrightarrow$ AlNを0.1nm 周期で変化した構造					3.5	0.114	0.114
	2	PVD	TiN $\leftrightarrow$ AlNを4nm 周期で変化した構造					4.0	0.108	0.099
	3	PVD	TiN $\leftrightarrow$ AlNを50nm 周期で変化した構造					3.5	0.127	0.122
	4	PVD	TiN $\leftrightarrow$ AlNを100nm 周期で変化した構造					3.8	0.162	0.178
	5	PVD	TiN	1	4nm 周期 の TiN $\leftrightarrow$ AlN の勾配膜	3	—	—	0.077	0.087
	6	PVD	—	—	4nm 周期 の TiN $\leftrightarrow$ AlN の勾配膜	3	TiN	1	0.074	0.085
	7	PVD	TiN	1	4nm 周期 の TiN $\leftrightarrow$ AlN の勾配膜	3	TiN	1	0.067	0.063
従来 表面被覆 チップ 母材 超硬合金	A	PVD	TiN	1	TiCN	2	TiN	1	0.290	0.199
	B	PVD	TiN	1	TiCN	1	TiN	2	0.189	0.165
	C	PVD	—	—	—	—	TiN	4	0.392	0.220
	D	CVD	—	—	TiC	3	TiN	2	剥離	欠損
	E	CVD	TiN	2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	TiN	0.5	剥離	欠損
	F	PVD	蒸発源としてTiAl合金を使用して作った TiAlN					3.5	0.132	0.121
	G	PVD	TiNとAlNを4nm周期で積層して 作ったTiN/AlN多層膜					3.5	0.121	0.138

【0024】

【表3】

BEST AVAILABLE COPY

機 別		コーティング方式	硬 質 被 膜 層						連続切削	断続切削
			第一層(中間層)		第二層		第三層(表層膜)		逃げ面 摩耗幅 (mm)	逃げ面 摩耗幅 (mm)
			組成	層厚	組成	層厚	組成	層厚		
本発明 表面被覆 チップ 母材 超硬合金	1	PVD	ZrC $\leftrightarrow$ HfCを0.1nm 周期で変化させた構造					3.5	0.094	0.098
	2	PVD	ZrC $\leftrightarrow$ HfCを4nm 周期で変化させた構造					4.0	0.088	0.072
	3	PVD	ZrC $\leftrightarrow$ HfCを50nm 周期で変化させた構造					3.5	0.109	0.102
	4	PVD	ZrC $\leftrightarrow$ HfCを100nm 周期で変化させた構造					3.8	0.143	0.158
	5	PVD	ZrC	1	4nm 周期 の ZrC $\leftrightarrow$ HfC の勾配膜	3	—		0.054	0.067
	6	PVD	—		4nm 周期 の ZrC $\leftrightarrow$ HfC の勾配膜	3	ZrC	1	0.058	0.067
	7	PVD	ZrC	1	4nm 周期 の ZrC $\leftrightarrow$ HfC の勾配膜	3	ZrC	1	0.043	0.040
従来 表面被覆 チップ 母材 超硬合金	A	PVD	TiN	1	TiCN	2	TiN	1	0.298	0.201
	B	PVD	TiN	1	TiCN	1	TiN	2	0.169	0.142
	C	PVD	—		—		TiN	4	0.345	0.203
	D	CVD	—		TiN	3	TiN	2	0.245	欠損
	E	CVD	TiN	2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	TiN	0.5	0.323	欠損
	F	PVD	蒸発源としてTiAl合金を使用して作った ZrHfC					3.5	0.114	0.103
	G	PVD	ZrCとHfCを4nm周期で積層して 作ったZrC/HfC多層膜					3.5	0.109	0.115

【0025】

【表4】

BEST AVAILABLE COPY

種 別		コーティング方式	硬 質 被 膜 層						連続切削	断続切削
			第一層		第二層		第三層		逃げ面 摩耗幅 (mm)	逃げ面 摩耗幅 (mm)
			組成	層厚	組成	層厚	組成	層厚		
本発明 表面被覆 チップ 母材 超硬合金	1	PVD	TiC $\leftrightarrow$ HfCを0.1nm 周期で変化させた構造					3.5	0.092	0.095
	2	PVD	TiC $\leftrightarrow$ HfCを4nm 周期で変化させた構造					4.0	0.090	0.079
	3	PVD	TiC $\leftrightarrow$ HfCを50nm 周期で変化させた構造					3.5	0.120	0.113
	4	PVD	TiC $\leftrightarrow$ HfCを100nm 周期で変化させた構造					3.5	0.160	0.170
	5	PVD	TiC	1	4nm 周期 の TiC $\leftrightarrow$ HfC の勾配膜 (発明品)	3	—	—	0.061	0.071
	6	PVD	—	—	4nm 周期 の TiC $\leftrightarrow$ HfC の勾配膜 (発明品)	3	TiC	1	0.061	0.072
	7	PVD	TiC	1	4nm 周期 の TiC $\leftrightarrow$ HfC の勾配膜 (発明品)	3	TiC	1	0.052	0.048
従来 表面被覆 チップ 母材 超硬合金	A	PVD	TiN	1	TiCN	2	TiN	1	0.331	0.241
	B	PVD	TiN	1	TiCN	1	TiC	2	0.193	0.160
	C	PVD	—	—	—	—	TiN	4	0.378	0.236
	D	CVD	—	—	TiC	3	TiN	2	0.270	欠損
	E	CVD	TiN	2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	TiN	0.5	0.387	欠損
	F	PVD	蒸発源としてTiHf合金を使用して作った TiHfC					3.5	0.125	0.113
	G	PVD	TiCとHfCを4nm周期で積層して 作ったTiC/HfC多層膜					3.5	0.119	0.115

【0026】

【表5】

BEST AVAILABLE COPY

	連続切削	断続切削
被削材	SCM435	SCM435
切削速度 (m/min)	220	220
送り (mm/rev)	0.37	0.30
切り込み (mm)	2.0	1.5
切削時間 (分)	15	20

【0027】表1～表4に示す切削実験結果から判るよう  
に、本発明の表面被覆切削チップは、いずれも従来の  
被覆切削チップA～Fと同様の材料で硬質被膜を形成し  
たにも拘らず、従来チップに比べてはるかに優れた耐久  
損性と耐摩耗性を発揮する。

## \*【0028】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の表面被覆部  
材は、所定周期で連続的に組成を変化させて構成した硬  
質被膜が、優れた耐摩耗性、溶着防止特性、耐酸化性、  
摺動特性、耐マイクロチップ性を有し、従来の被膜  
と同等以上の硬さを持ちながら靱性も兼ね備えている  
上、その被膜をPVD法で形成できるため、切削工具や  
耐摩工具として用いると、長期に渡って良好な工具性能  
を維持し続けると言う効果が得られる。

10 【0029】なお、本発明の部材は、切削工具、耐摩工  
具はもとより、表面の摩滅防止が要求される摺動部品等  
に利用しても寿命延長の効果がある。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の表面被覆部材の製造方法の一例を示す  
線図

【図2】硬質被膜の層構成の説明図（従来品）

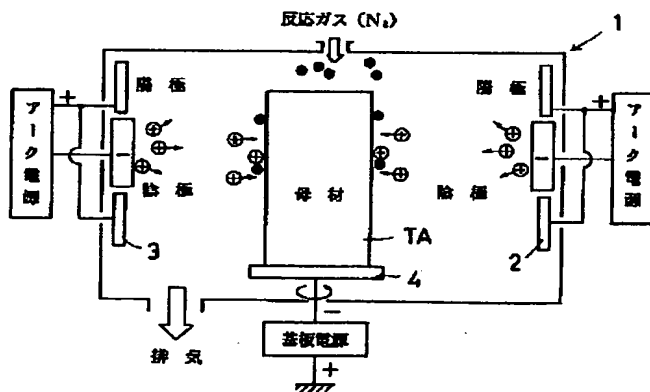
【図3】硬質被膜の層構成の説明図（従来品）

【図4】硬質被膜の層構成の説明図（本発明の一例）

## 【符号の説明】

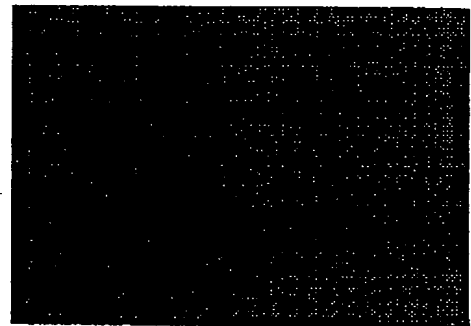
- 1 真空アーク蒸着装置
- 2、3 ターゲット
- 4 ターンテーブル
- \* TA 切削チップ

【図1】



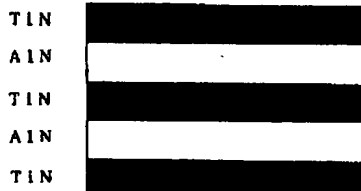
【図2】

TiAlN膜



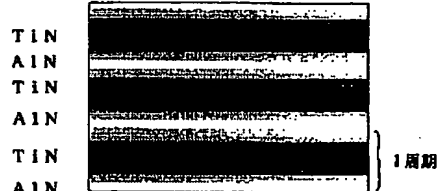
【図3】

TiNとAlNの膜



【図4】

連続的に組成の変化するTiN→AlN膜





フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C 14/06		B 9271-4K		
		C 9271-4K		
		H 9271-4K		
14/08		A 9271-4K		
14/18		9271-4K		

(72)発明者 瀬戸山 誠	(72)発明者 中山 明
伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工	伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工
業株式会社伊丹製作所内	業株式会社伊丹製作所内
	(72)発明者 吉岡 剛
	伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工
	業株式会社伊丹製作所内

BEST AVAILABLE COPY